

KEBUTUHAN AIR SEKTORAL UNTUK PENGEMBANGAN DAS

Sectoral Water Demand For Watershed Development

M. Yanuar J Purwanto¹

ABSTRAK

Dalam kegiatan pengembangan daerah aliran sungai (DAS), diperlukan kebutuhan air untuk semua sektor yang akan dikembangkan di wilayah tersebut. Perkembangan wilayah dan komunitas selama kurun waktu perencanaan juga akan mempengaruhi nilai total jumlah kebutuhan air untuk wilayah DAS. Hal ini disebabkan adanya perkembangan populasi dan pergerakan kesempatan kerja yang tersedia dari sektor satu ke sektor yang lain. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah pendekatan untuk menghitung kebutuhan air sektoral dalam suatu wilayah DAS. Kebutuhan air untuk suatu sampel DAS digunakan untuk melakukan kalibrasi. Manfaat pendekatan kebutuhan air sektoral adalah untuk memprediksi nilai total kebutuhan air wilayah dengan memperhatikan sektor-sektor yang diprioritaskan maupun perkembangan penduduknya. Hal ini dapat membantu pemerintah dalam merencanakan pembangunan untuk suatu komunitas di wilayah tertentu.

Kata kunci: kebutuhan air, sektoral, pengembangan DAS.

ABSTRACT

There is a requirement for providing water supply sufficiently for the major customer sectors including residential areas in watershed development and planning. However, the sectoral water demand has also been changing over time. More over, continuing population growth and the job opportunity has resulted in increasing water demand within dynamic manner in residential areas. This study aims to develop water demand model in water management for watershed development planning. Actual water allocations for the experimental watershed, in Banten Province, were used for the model calibration process. The established model was used for predicting the amount of water demand in the future. The advantage of this model is for guiding the local government in providing water for the community.

Keyword: water demand, sectoral, watershed development.

PENDAHULUAN

Ketersediaan air erat kaitannya dengan faktor geografis dan iklim daerah aliran sungai, sedang kebutuhan air berhubungan langsung dengan besarnya pemakaian untuk kegiatan produksi oleh setiap pemakai air (sektor/sub sektor). Neraca keseimbangan antara ketersediaan air (*supply*) dan kebutuhan air (*demand*) diharapkan dapat dimanfaatkan untuk menganalisis dan merencanakan penyediaan kebutuhan air untuk suatu wilayah yang biasanya mencakup kebutuhan untuk sektor/sub sektor pertanian, domestik/penduduk, industri dan

keperluan lainnya. Oleh karena itu dalam perencanaan pengembangan daerah aliran sungai (DAS), keterkaitan antara pola pengelolaan lahan yang ada perlu memperhatikan perencanaan kebutuhan air kedepan.

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun konsep perhitungan kebutuhan air sektoral dalam lingkup wilayah/DAS sehingga kebutuhan air untuk masa perencanaan kedepan dapat dihitung untuk keperluan perencanaan pengembangan DAS. Pada penelitian ini diteliti untuk kebutuhan penduduk

¹ Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Kampus Darmaga Po Box 220 Bogor, Indonesia

(domestik) dan kebutuhan sektor industri dengan mengambil lokasi penelitian di wilayah Cilegon.

Besarnya kebutuhan air bagi masing-masing orang tidak sama dan sangat tergantung pada beberapa faktor, diantaranya tingkat sosial, tingkat pendidikan, kebiasaan penduduk, letak geografis, dan lain-lain. Menurut White dkk., (1972) konsumsi air bersih untuk daerah perkotaan dan pedesaan yang menggunakan hidran umum berkisar 10 – 50 liter/orang/hari, untuk rumah tangga yang menggunakan satu keran saja berkisar 15 – 90 liter/orang/hari, dan untuk rumah tangga yang memiliki banyak keran berkisar 30 – 300 liter/orang/hari. Menurut Winrock (1992), Ditjen Cipta Karya menetapkan kebutuhan air domestik untuk masyarakat pedesaan adalah 45 lcd (liter *capita*/day) dan untuk masyarakat kota sebesar 60 lcd. Besarnya kebutuhan air bagi masing-masing industri tidak sama dan sangat tergantung pada beberapa faktor diantaranya jumlah pegawai, unit kerja, lamanya jam kerja dan lain-lain.

Untuk menentukan kebutuhan air bersih untuk industri pertanian dapat dikategorikan menjadi tiga jenis, masing-masing untuk industri besar berkisar 151 - 350 m³/hari, industri sedang berkisar 51 – 150 m³/hari, dan industri kecil berkisar 5 - 50 m³/hari (Purwanto, 1995).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Daerah Aliran Sungai Cidanau Kabupaten Serang Provinsi Banten, Kota Cilegon Provinsi Banten dan Lab Teknik Tanah dan Air Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Alat yang digunakan selama penelitian ini meliputi: seperangkat PC lengkap dengan sejumlah software pendukung lainnya, serta data penggunaan air penduduk dan industri. Data yang berhubungan dengan penggunaan air meliputi data jumlah penduduk kota Cilegon (BPS 2002), data jumlah industri di kota Cilegon, data pemakaian kebutuhan air penduduk dan industri dari PT. Krakatau Tirta Industri.

Pendekatan Perhitungan Kebutuhan Air

Pembuatan model kebutuhan air untuk setiap sektor secara rumus matematis disusun oleh tiga komponen kebutuhan air, yaitu: Kebutuhan Air Dasar (KAD), Populasi Sektor (P) dan Koefisien Variasi kebutuhan air (KV).

Dengan demikian kebutuhan air sektor (KAs) dapat disusun seperti rumus 1. Koefisien variasi sektor dibedakan menjadi 2 jenis yaitu koefisien variasi temporal yang berubah sesuai dengan perubahan penggunaan air untuk selama satu siklus pemanfaatan airnya (seperti perubahan nilai koefisien tanaman, Kc dalam musim), dan koefisien variasi sub sektor

yang terjadi apabila dalam sektor ada perbedaan konsumsi air.

$$KAs = KAD * KV * P \dots\dots\dots (1)$$

Di mana:

KAs = jumlah kebutuhan air sektor (liter/hari)

KAD = Kebutuhan air dasar untuk sektor

KV = Koefisien variasi

P = Jumlah populasi

Persamaan matematis di atas analog dengan persamaan kebutuhan air tanaman untuk evapotranspirasi (Etc) yang menghitung kebutuhan air pada suatu luasan areal yang ditumbuhi oleh populasi tanaman sehingga dapat diartikan sebagai berikut:

- populasi tanaman dalam satu hamparan dapat diartikan sebagai populasi penduduk/industri
- ETo merupakan evapotranspirasi aktual dapat diartikan sebagai kebutuhan air dasar, dan
- Kc merupakan koefisien tanaman sebagai koefisien variasi sektor

Perhitungan kebutuhan air penduduk dan industri dirumuskan seperti berikut:

$$KAs = KAD \times \sum \{Pi \text{ KV}Pi\} \dots\dots\dots (2)$$

Di mana:

KAs = jumlah kebutuhan air sektor (liter/hari)

KVi = Koefisien variasi untuk fraksi sub sektor

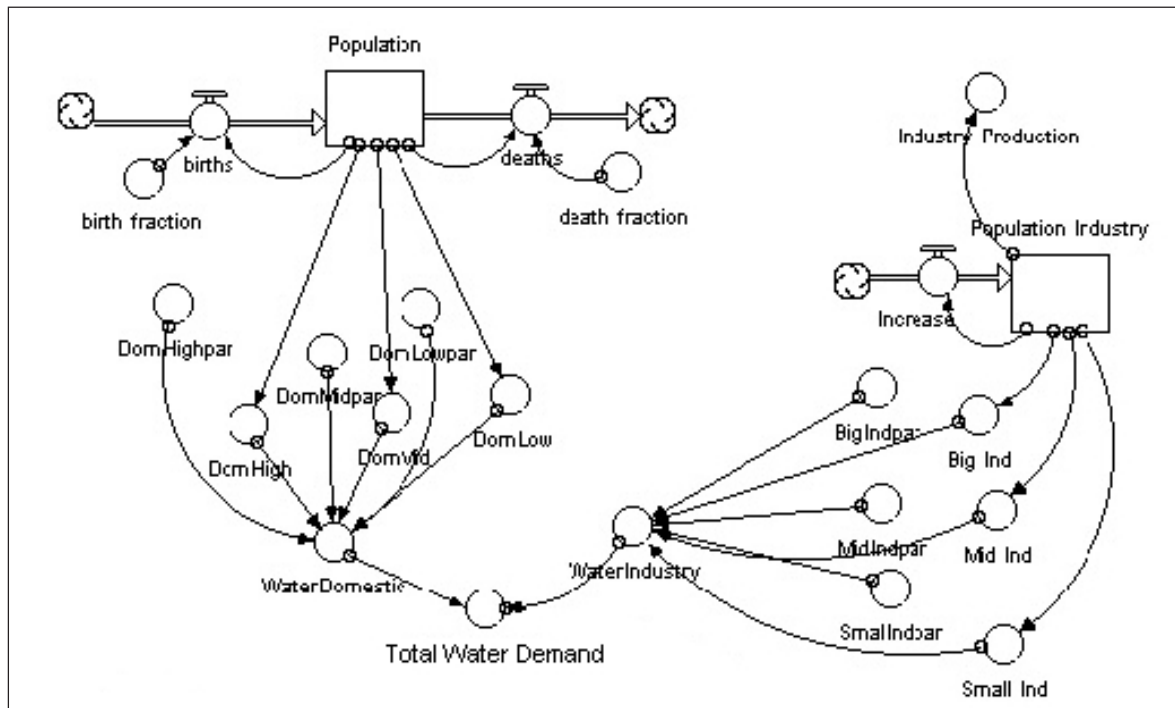
Pi = Jumlah populasi sektor sesuai dengan fraksi sub-sektor

i = jumlah sub sektor yang mempunyai perbedaan koefisien

KAD = Kebutuhan air dasar untuk sektor

Analisis data mencakup: prediksi jumlah penduduk, prediksi jumlah kebutuhan air penduduk, prediksi jumlah pertumbuhan industri dan kebutuhan airnya. Pada kebutuhan sektor penduduk, dalam persamaan matematis tersebut, koefisien variasi terdiri dari beberapa kelas sosial penduduk, jumlah penduduk, begitu pula pada kebutuhan air sektor industri. Sehingga input untuk model kebutuhan air penduduk yaitu persentase klas sosial penduduk, jumlah penduduk dan kebutuhan air dasar dan untuk model kebutuhan air industri diperlukan input persentase populasi tiap jenis industri dibanding dengan total industri, jumlah industri, kebutuhan air dasar.

Perhitungan model kebutuhan air dapat dilakukan dengan menggunakan STELLA. Model dibangun dengan kerangka kerja (framework) yang saling berhubungan secara matematis dari parameter-parameter kebutuhan air dan kemudian



Gambar 1. Kerangka analisis model kebutuhan air

dijalankan (disimulasikan) sehingga menghasilkan keluaran berupa kebutuhan air untuk tahun mendatang. Kerangka kerja (framework) dapat dilihat pada Gambar 1.

Kalibrasi dan Validasi Model

Kalibrasi model kebutuhan air dilakukan dengan menggunakan data pemakaian air wilayah Cilegon yang berasal dari PT. Krakatau Tirta Industri untuk masing-masing penduduk dan industri selama periode tiga tahun. Kalibrasi model dilakukan untuk mendapatkan nilai-nilai koefisien kebutuhan air penduduk (KVP) dan koefisien kebutuhan air industri (KVI). Koefisien dicari dengan metode *least square* dengan bantuan software EUREKA The Solver Ver 1.0.

Validasi model dengan melakukan pendugaan kebutuhan air untuk penduduk dan industri menggunakan model untuk data tahun tertentu dibandingkan dengan data aktual. Validasi model dilakukan menggunakan nilai koefisien hasil kalibrasi yang telah dihasilkan pada tahap kalibrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kalibrasi model kebutuhan air untuk kebutuhan air penduduk diperoleh besarnya KAD sebesar 60 liter/hari, sedangkan survey dari wilayah Cidanau untuk penduduk pedesaan (diasumsikan sebagai variasi rendah) sebesar 43lcd (Nila, 2005). Sedangkan nilai koefisien KVP untuk klas sosial tinggi bernilai 1.14 untuk klas sosial menengah bernilai 1.0 dan untuk klas penduduk rendah bernilai 0.7, Sedangkan untuk

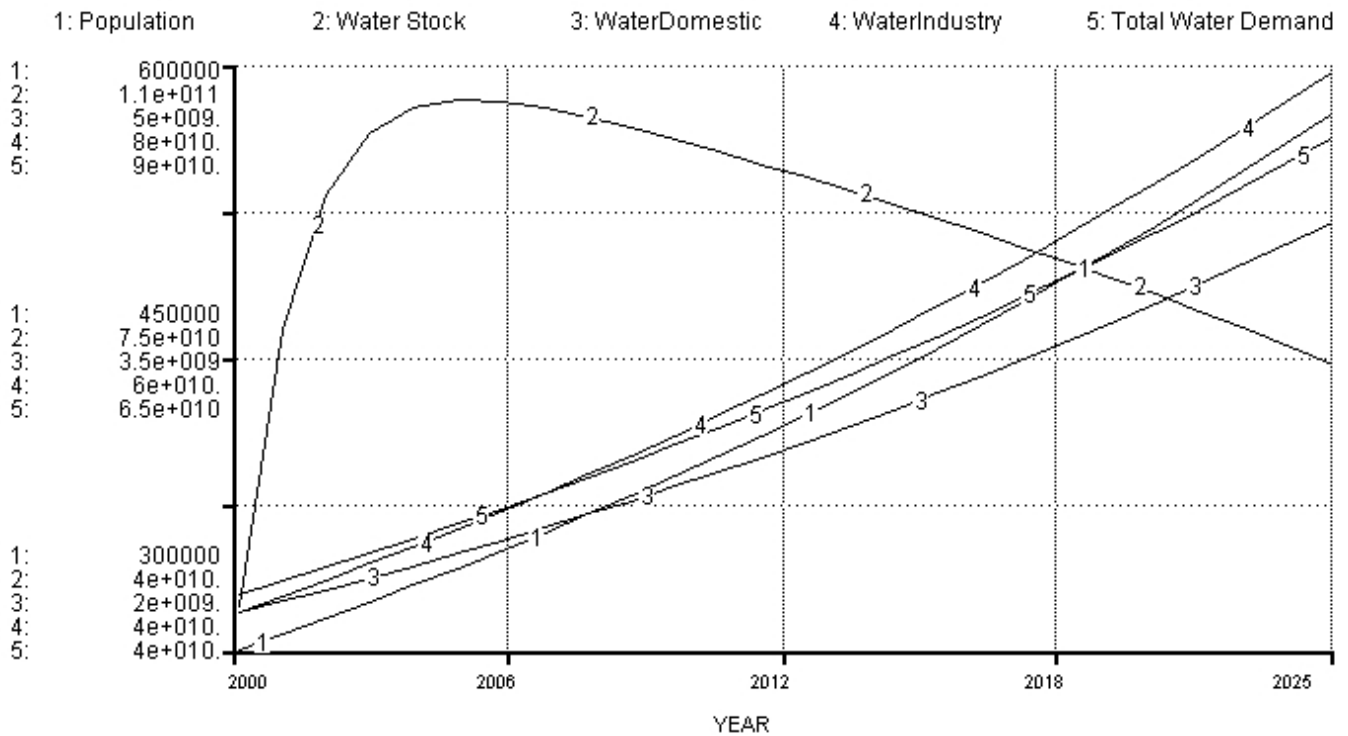
kebutuhan air industri diperoleh besarnya KAD sebesar 250m³/hari, nilai koefisien KVi untuk industri besar bernilai 1.7, untuk industri menengah bernilai 1.0 dan untuk industri kecil bernilai 0.5.

Validasi dilakukan dengan data tahun 2001 untuk data kebutuhan air penduduk dan juga data kebutuhan air industri. Validasi dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan hasil kalibrasi nilai-nilai koefisien parameter kebutuhan air. Hasil validasi model kebutuhan air penduduk menghasilkan jumlah kebutuhan air penduduk untuk tahun 2001 berjumlah 11 680 m³, sedangkan untuk kebutuhan air industri berjumlah 95 567 m³.

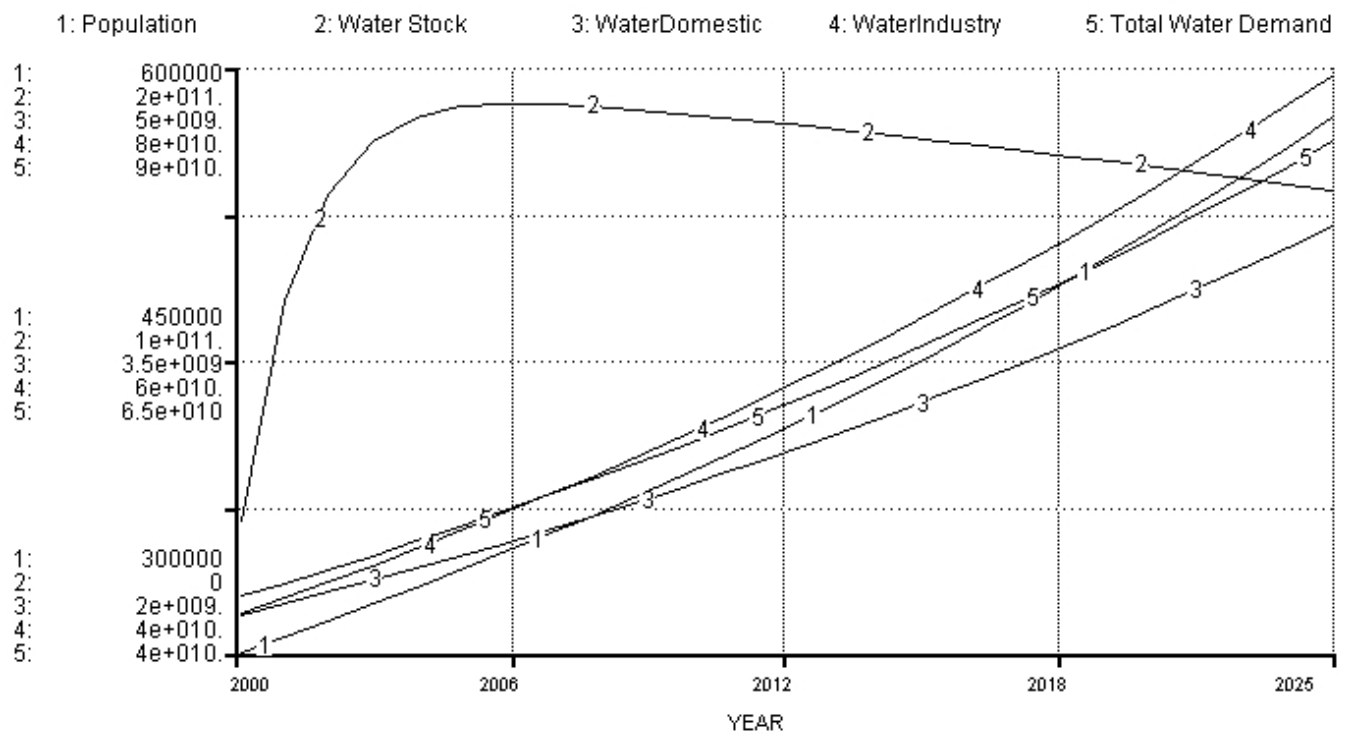
Aplikasi hasil analisis untuk pendugaan *Supply-Demand* Air Wilayah

Air merupakan kebutuhan pokok penting hidup manusia, dengan bertambahnya jumlah penduduk maka akan bertambah pula pemenuhan kebutuhan air. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk maka bertambah pula pemenuhan kebutuhan hidup. Pemenuhan kebutuhan hidup tidak terlepas dari pemenuhan akan barang dan jasa yang dihasilkan oleh industri. Khusus untuk kota Cilegon yang merupakan kota industri, pertumbuhan industri akan membuat bertambahnya jumlah industri sehingga jumlah pemenuhan kebutuhan air juga meningkat.

Salah satu aplikasi model kebutuhan air adalah untuk memprediksi penyediaan air baku berkelanjutan untuk industri yang harus dikembangkan sesuai dengan kebutuhan lapangan



Gambar 2. Hubungan prediksi ketersediaan dan kebutuhan air sektor (penduduk dan domestik) dengan ketersediaan air debit minimum 4.7 m3/detik.



Gambar 3. Hubungan prediksi ketersediaan dan kebutuhan air sektor (penduduk dan domestik) dengan ketersediaan air debit minimum 4.8 m3/detik.

kerja, hal ini diharapkan menjadi perhatian bagi Pemerintah Daerah/Kota untuk dapat mengantisipasinya. Peningkatan kesejahteraan masyarakat dengan tersedianya lapangan kerja yang didukung oleh pertumbuhan industri yang dipenuhi kebutuhan airnya merupakan salah satu upaya yang harus dilakukan dalam pengembangan komunitas suatu wilayah.

Untuk meningkatkan ketersediaan air yang berkelanjutan berbagai cara harus diupayakan semaksimal mungkin. Menurut Harmailis (2001), dengan melakukan alternatif perubahan yang merupakan kombinasi dari perubahan hutan menjadi kebun 25%, kebun menjadi hutan 50% dan kebun menjadi sawah 50% akan menghasilkan rasio terkecil perbandingan debit maksimum dan minimum sebesar 21.73%. Skenario ini memberikan perubahan debit minimum yang semula 4.3 m³/det menjadi 4.7 m³/det yang setara dengan penambahan debit ketersediaan sebesar 1 122 mm. Hasil penambahan debit ketersediaan air digambarkan secara bersama-sama dengan prediksi kebutuhan airnya diperoleh informasi seperti ditunjukkan dengan Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa perpotongan garis *water stock* (ketersediaan air) dengan garis *TotalWaterDemand* terjadi setelah tahun 2018. Apabila dilakukan perbaikan infrastruktur sumberdaya air dan penerapan teknologi perbaikan saluran dengan pipanisasi diharapkan akan meningkatkan efisiensi penyaluran air, sehingga dapat dicapai debit minimum menjadi 4.8 m³/det yang setara dengan penambahan debit ketersediaan sebesar 1 138 mm.

Dari gambar 3 dapat diterangkan bahwa perpotongan garis *water stock* dengan garis *TotalWaterDemand* terjadi jauh setelah tahun 2018.

Upaya untuk menjaga keberlanjutan ketersediaan air dapat dilakukan dengan membangun tampungan (*reservoir*), pipanisasi penyaluran air dan terasering (*terrace*). Pembangunan tampungan dimaksudkan untuk menahan air agar tersimpan dan tidak langsung menjadi aliran permukaan yang akhirnya langsung ke laut. Pembangunan terasering berguna sebagai bangunan pengendali erosi secara mekanis yang dibuat untuk memperpendek lereng atau memperkecil kemiringan sehingga juga dapat mengurangi aliran permukaan langsung.

KESIMPULAN

1. Kebutuhan air sektoral yang diteliti di wilayah kota Cilegon menghasilkan KAD sektor penduduk (domestik) sebesar 60 liter/hari dan nilai koefisien KVP untuk klas sosial tinggi bernilai 1.14 untuk klas sosial menengah bernilai 1.0 dan untuk klas penduduk rendah bernilai 0.7. Sedangkan untuk kebutuhan air industri diperoleh

besarnya KAD sebesar 250m³/hari, nilai koefisien KVi untuk industri besar bernilai 1.7, untuk industri menengah bernilai 1.0 dan untuk industri kecil bernilai 0.5.

2. Upaya pemenuhan kebutuhan air jangka panjang perlu meningkatkan ketersediaan airnya dari 4,3m³/detik menjadi 4,8m³/detik dengan membangun tampungan (*reservoir*), pipanisasi penyaluran air dan terasering (*terrace*) dan perubahan tata guna lahan 25% hutan menjadi kebun, 50% kebun menjadi hutan dan 50% kebun menjadi sawah.
3. Berdasarkan hasil penelitian ini jumlah kebutuhan air akan meningkat menjadi dua kali lipat pada tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Doorenbos, J. dan Pruitt, W.O. (1977). *Guidelines for predicting crop water requirement*. Food and Agricultural Organization. Rome.
- Fleming, G. (1975). *Computer simulation techniques in hydrology*. ELSEVIER Environmental Science Service. New York
- Harmailis. (2001). *Modifikasi model tangki untuk mempelajari pengaruh pengelolaan lahan berdasarkan ketersediaan air (kajian pengelolaan air yang berkelanjutan)*. Tesis. Program Studi Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Martin, L. A. (1997). *First Step, MIT system dynamics in education project*. Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts. USA
- Nilu. (2005). *Kebutuhan air untuk wilayah pedesaan*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB Bogor.
- Puslitbang Fisika Terapan – LIPI. (1990). *Manajemen air*. Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna. Puslitbang Fisika Terapan-LIPI. Subang.
- Rayi, D.A. (2003). *Model pendugaan kebutuhan air kawasan pemukiman dan industri di Cilegon, Banten*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB Bogor.
- Purwanto, M.Y.J. (1995). *Water demand for industry, village, and city*. Seminar on Water Demand and Developing Country. Tokyo. Japan.
- Sutoyo. (1999). *Pendugaan debit sungai berdasarkan hujan dengan menggunakan model tangki di DAS Cidanau Serang Banten*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB Bogor.